

5040373W000

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10 - 341172

(43) 公開日 平成 10 年 (1998) 12 月 22 日

(51) Int. Cl.	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H04B 1/04			H04B 1/04	E
H03G 3/30			H03G 3/30	B
H04B 7/26	102		H04B 7/26	102

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平 9 - 149229

(22) 出願日 平成 9 年 (1997) 6 月 6 日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

(72) 発明者 藤田 祐智

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

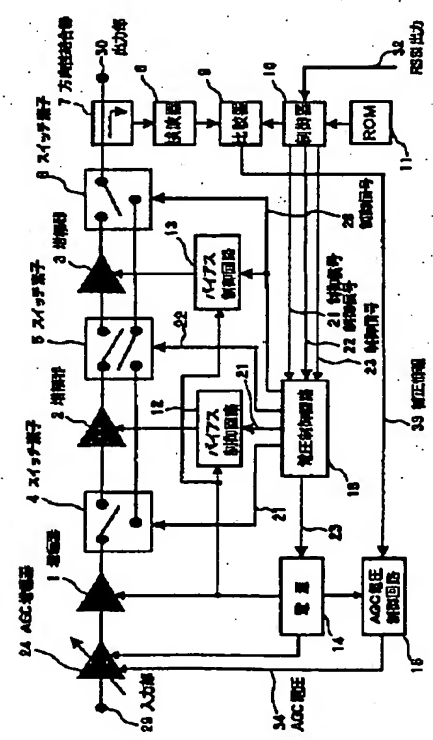
(74) 代理人 弁理士 若林 忠

(54) 【発明の名称】 移動体通信用送信機およびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 広い出力ダイナミックレンジにおいて送信電力増幅部の効率を高くする。

【解決手段】 送信出力増幅部を構成する複数の増幅器 1 ~ 3 の出力を、制御信号 21、22、28 により制御されるスイッチ素子 4 ~ 6 により切り替えることにより設定したい送信出力を得る。したがって、各増幅器 1 ~ 3 は整合が取られた最大出力で動作しているままで送信電力増幅部の出力の設定を行うことができるため、送信電力増幅部の送信出力を小さくした場合でも効率を高くすることができ、広い出力ダイナミックレンジを確保することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 直列に接続された複数の増幅器から構成される送信電力増幅部を有する移動体通信用送信機において、

基地局からの送信電波の信号強度により前記基地局との距離を判定し、前記送信電力増幅部において出力すべき送信電力を決定し、前記送信電力増幅部の送信電力が決定した送信電力となるような指示を出力する制御器と、前記制御器から出力された指示により、前記複数の増幅器のうち動作させる増幅器を選択するための 1 または複数の制御信号を出力する電圧制御回路と、前記各増幅器どうしの間にそれぞれ設けられ、前記制御信号によりそれぞれ前段の増幅器の出力を、次段の増幅器または前記送信電力増幅部の出力側に近い位置に設けられた別のスイッチ素子に出力する複数のスイッチ素子とを有することを特徴とする移動体通信用送信機。

【請求項 2】 直列に接続された複数の増幅器から構成される送信電力増幅部を有する移動体通信用送信機において、

基地局からの送信電波の信号強度により前記基地局との距離を判定し、使用する送信電波の周波数帯および前記送信電力増幅部において出力すべき送信電力を決定し、使用する送信電波の周波数帯の指示および前記送信電力増幅部の送信電力が決定した送信電力となるような指示を出力する制御器と、

前記制御器から出力された指示により、使用する送信周波数帯の選択および前記複数の増幅器のうち動作させる増幅器を選択するための 1 または複数の制御信号を出力する電圧制御回路と、

前記各増幅器が整合を取られている周波数帯とは異なる周波数帯において整合が取られている整合回路と、

前記各増幅器どうしの間にそれぞれ設けられ、前記制御信号によりそれぞれ前段の増幅器の出力を、次段の増幅器または前記送信電力増幅部の出力側に近い位置に設けられた別のスイッチ素子または前記整合回路に出力する複数のスイッチ素子とを有することを特徴とする移動体通信用送信機。

【請求項 3】 直列に接続された複数の増幅器から構成される送信電力増幅部を有する移動体通信用送信機の制御方法において、

基地局からの送信電波の信号強度により前記基地局との距離を判定し、前記送信電力増幅部において出力すべき送信電力を決定し、

前記送信電力増幅部の送信電力が決定した送信電力となるように、前記複数の増幅器のうち動作させる増幅器を選択し、

ある増幅器を選択した場合は、当該増幅器の出力を、当該増幅器と次段の増幅器との間に設けられたスイッチ素子を介して次段の増幅器に出力し、当該増幅器を選択しない場合は当該増幅器の出力を前記スイッチ素子よりも

前記送信電力出力部の出力側に近い位置に設けられた別のスイッチ素子に出力することを特徴とする移動体通信用送信機の制御方法。

【請求項 4】 直列に接続された複数の増幅器から構成される送信電力増幅部を有する移動体通信用送信機の制御方法において、

基地局からの送信電波の信号強度により前記基地局との距離を判定し、使用する送信電波の周波数帯および前記送信電力増幅部において出力すべき送信電力を決定し、前記送信電力増幅部の送信電力が決定した送信電力となるように、前記複数の増幅器のうち動作させる増幅器を選択し、

ある増幅器を選択した場合は、当該増幅器の出力を、当該増幅器と次段の増幅器との間に設けられたスイッチ素子を介して次段の増幅器に出力し、当該増幅器を選択しない場合は当該増幅器の出力を前記スイッチ素子よりも前記送信電力出力部の出力側に近い位置に設けられた別のスイッチ素子に出力し、

使用する送信電波の周波数帯が、前記各増幅器が整合を取られている周波数帯とは異なる周波数帯である場合、出力すべき送信電力の出力を前記スイッチ素子を介して、前記各増幅器が整合を取られている周波数帯とは異なる周波数帯において整合が取られている整合回路に出力することを特徴とする移動体通信用送信機の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、携帯電話機等の移動体通信用送信機およびその制御方法に関し、特に送信出力の制御を行う移動体通信用送信機およびその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】移動体通信用送信機である携帯電話機では、送信電力増幅部を構成する増幅器の消費電力がセットの消費電力の大半を占めているため、連続通話時間等の性能は送信時における送信電力増幅部の効率によって大きく左右される。そして、携帯電話機の送信時における送信電力増幅部の効率は、高周波出力電力／入力直流電力で現される。また、この効率は増幅器における整合回路のインピーダンス特性によって決定される。しかし、整合回路のインピーダンス特性は出力電力および送信周波数によって変化するため使用する送信周波数および出力電力に合わせて整合回路のインピーダンスを設定しなければならない。従来の移動体通信用送信機では、高周波を高効率で増幅するために、使用する周波数帯域において、最大出力時に最大効率が得られるように設定された固定インピーダンスの整合回路を用いていた。

【0003】このような従来の移動体通信用送信機を、例えば高周波増幅器の中で最も高効率が要求される携帯電話機を用いて説明する。図 6 は、従来の携帯電話機の

送信電力増幅部の概略ブロック図である。

【0004】この従来の携帯電話機の送信電力増幅部は、AGC増幅器24と、増幅器1、2、3と、方向性結合器7と、検波器8と、比較器9と、制御器70と、ROM11と、電源14と、電圧制御回路75と、AGC電圧制御回路16とから構成されている。

【0005】携帯電話システムでは、基地局と携帯電話機の距離によって、携帯電話機の出力電力を予め定められた数段階のレベルに制御するAPC（オート・パワー・コントロール；Automatic Power Control）という機能を備えている。そのために、携帯電話機では、RSSI（Received Signal Strength Indicator）回路を用いて、受信した基地局からの送信電波の信号強度を検出し、基地局と携帯電話機の距離の情報を得ている。そして、その得られた距離情報はRSSI出力32として制御器70に送られている。

【0006】制御器70は、RSSI出力32に対応した送信出力レベルを設定するための電圧制御情報をROM11から読み出し、読み出された電圧制御情報を用いて設定すべき送信出力の基準となる電圧を生成し制御電圧として比較器9に出力する。また、制御器70は、制御信号23により電圧制御回路75を制御し電源14のオン/オフの制御を行う。

【0007】AGC増幅器24は、入力部29から入力された信号を、AGC電圧制御回路16から出力されたAGC電圧34によって制御されたゲインで増幅して出力する。

【0008】増幅器1は、電源14から供給された電力によりAGC増幅器24からの出力を一定のゲインで増幅して出力する。

【0009】増幅器2は、電源14からの供給された電力により増幅器1からの出力を一定のゲインで増幅して出力する。

【0010】増幅器3は、電源14から供給された電力により増幅器2からの出力を一定のゲインで増幅して出力する。

【0011】方向性結合器7は、増幅器3からの出力の1/100程度の出力を検波器8に出力するとともに残りの出力を出力部30に出力する。

【0012】検波器8は、方向性結合器7からの出力を検波し検波電圧として出力する。比較器9は、制御器10から得られた制御電圧と検波器8からの検波電圧を比較し、その差を補正するような補正情報33をAGC電圧制御回路16へ出力する。

【0013】AGC電圧制御回路16は、補正情報33を用いてAGC増幅器24のゲインを可変し、増幅器1への入力電力を制御することにより最終的に増幅器3の出力電力を制御する。

【0014】電圧制御回路75は、制御信号23の指示

により電源14をオン/オフ制御する。

【0015】電源14は、電圧制御回路75によりオン/オフ制御され、オンしている間はAGC増幅器24、増幅器1～3、AGC電圧制御回路16に電力を供給する。

【0016】また、増幅器1は図7に示すように、固定インピーダンスの入力整合回路17と、例えばFET等により構成された増幅部18と、固定インピーダンスの出力整合回路19とにより構成されている。そして、入力整合回路17および出力整合回路19により、要求される歪み特性を満たす範囲で効率が最大になるように特性インピーダンスの50Ωに整合されている。また、増幅器2、3も増幅器1と同じ構成であるため説明は省略する。

【0017】次に、この従来の携帯電話機の送信電力増幅部の動作について説明する。

【0018】増幅器3の出力は、方向性結合器7により1/100程度の出力が検波器8に出力され、検波器8で電圧情報に変換された後、比較器9に送られる。比較器9では、制御器70から得た制御電圧と検波器8からの検波電圧を比較し、その差を補正するようにAGC電圧制御回路16へ補正情報33を送信する。この上記従来の携帯電話機では、最大出力レベルで所望の特性を満たすことが規定において要求されているため、増幅器1～3のそれぞれの入力整合回路17および出力整合回路19は、増幅器3の最大出力時に最大の効率が得られるように設定されている。

【0019】しかしながら、APCの最大出力レベル時に送信電力増幅部の効率が最大となるように整合回路が最適化されていると、出力レベルを下げた場合の送信電力増幅部の効率は低くなってしまう。

【0020】図6の携帯電話機の送信電力増幅部における出力電力と効率の関係を、図8を用いて説明する。

【0021】この図より、1W（+30dBm）以上で効率60%以上が得られている送信電力増幅部は、出力レベルを20dB下げられると（+10dBm出力）、効率は10%以下に低下することがわかる。

【0022】一般に携帯電話システムではAPCの最大出力レベルと最小出力レベルの差は20～30dB程度あり、都市部や基地局と携帯電話機との距離が近いエリアでは、ほとんど最小出力レベルで動作している。しかし、この従来の携帯電話機では出力レベルが下がる程送信電力増幅部の効率が低くなるため、基地局との距離が近い場所で使用した場合でもあまり消費電力は低くなかった。

【0023】また、別の方法では、ゲートバイアス電圧をAPCの出力レベルに応じて予め定められた設定値に変化させ、増幅器のアイドル電流（高周波信号が未入力状態で流れる電流）を削減することにより、効率向上を図る方法も一般的に行われているが、実際には、ゲート

バイアス電圧を最大出力時の設定値から0.3V程度しか変化させることができないため、出力レベルを最大出力から5~10dB程度下げた動作領域での効率低下を緩和させる効果はあるが、出力レベルを20~30dBも下げる領域では、効果はほとんど見られず、前述と同様に効率は10%以下に低下する。

【0024】また、特開昭57-60739号公報には、低出力時の効率改善手段として、予め設けられた複数の出力整合回路の中から、効率が最大になるような出力整合回路を自動選択する送信装置が提案されている。この送信装置は、携帯電話システムで一般的に使用されている構成以外に出力整合回路の切り替え信号を出す制御器と、最適整合回路を選定し、整合切り替え回路へ信号を送る最適値判定器と、複数の出力整合回路を切り替えるためのPINダイオードを有している。

【0025】しかし、この従来の送信装置では、出力レベルに応じた最適な出力整合回路を選択しても、実際に動作する増幅器（トランジスタ）自体は変わらない。そのため、実際の携帯電話システムに応用した場合、最大出力レベルから10~30dB以上出力レベルが下がった領域での効率改善効果は期待できない。これは、所定の最大出力を出すために、トランジスタの素子サイズ（FETではゲート幅、バイポーラトランジスタではエミッタの本数に相当するもの。）は大きなものを用いる必要があるが、この素子サイズの大きいトランジスタを10~30dB以上も低い出力レベルで動作させた場合、最適な整合回路で整合をとった状態でも、実際は、最適な素子サイズで増幅した場合に比べて、効率は低下するからである。その主な理由としては、下記の4つの理由が上げられる。

(1) トランジスタ素子自体のインピーダンスが低く整合が完全に取りきれない。

(2) この低いインピーダンスに整合をとった整合回路自体の通過損失が大きくなる。

(3) 一般に大きなサイズのトランジスタは、単位セル素子を複数個並列に結合した構成となっており、そのセル間のアンバランスや結合損失により完全に素子性能が引き出せない。

(4) 大きいサイズの素子は、低い出力レベルに最適なサイズの素子に比べてゲインが低い。

【0026】このように、低い出力レベルに最適な素子サイズのトランジスタを動作させた場合の効率と、大きな素子サイズのトランジスタを最大出力レベルから10~30dBも低下させた低いレベルで動作させた時の効率を比較した場合、前者が有利であるのは明らかである。

【0027】ここで、最大送信出力と最小送信出力との比は出力ダイナミックレンジとして現されるが、一般に携帯電話機の出力ダイナミックレンジは30dB程度であるが、最近になって実用化されたCDMA（符号分割

接続）方式の携帯電話機では60~70dBの出力ダイナミックレンジが要求されている。そのため、広い出力ダイナミックレンジでの送信電力増幅部の効率を向上することが課題となっている。

【0028】しかし、この従来の送信機では最終段に使用するトランジスタの素子サイズは一定であるため、出力整合回路のみを出力レベルに応じて切り替えるだけでは、出力レベルが+10~-10dBm程度の低い出力レベルでの効率は、前述した従来の増幅器と同様に10%以下に低下する。そのため、特開昭57-60739号公報に記載された発明は広い出力レンジを得る手段としては有効ではない。ちなみに、特開昭57-60739号公報の送信機では、低い出力レベルとして0.5W(+27dBm)が、最大出力レベルとして2W(+33dBm)が例示されているのみである。

【0029】さらに、特開昭57-60739号公報記載の送信機では、出力整合回路の切り替え手段としてPINダイオードを用いているが、全ての出力整合回路が順次切り替わるように、常にPINダイオードにバイアスをかけておく必要がある。PINダイオードは、バイアスをかけることにより、数mAレベルの電流が流れる。PINダイオードの個数は1つの出力整合回路あたり2個必要であるため、整合回路がn個あれば2×n個のPINダイオードが必要となり、PINダイオード1個の消費電流を1mAと仮定すれば、n×2mAの消費電流が流れることになる。これは出力電力に関係なく常に流れる電流であり、低消費電力化の要求が非常に厳しい携帯電話機では大きな問題となる。

【0030】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の移動体通信用送信機とその制御方法では、増幅器の最大出力時に最大効率が得られるように、固定インピーダンスの入出力整合回路で整合されているため、低い出力レベルにおいて、送信電力増幅部が低下するという問題があった。

【0031】本発明は、広い出力ダイナミックレンジにおいて送信電力増幅部の効率を高くすることができる移動体通信用送信機とその制御方法を提供することを目的とする。

【0032】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の移動体通信用送信機は、直列に接続された複数の増幅器から構成される送信電力増幅部を有する移動体通信用送信機において、基地局からの送信電波の信号強度により前記基地局との距離を判定し、前記送信電力増幅部において出力すべき送信電力を決定し、前記送信電力増幅部の送信電力が決定した送信電力となるような指示を出力する制御器と、前記制御器から出力された指示により、前記複数の増幅器のうち動作させる増幅器を選択するための1または複数の制御信号を出力する電圧制御回路と、前記各増幅器どうしの間にそれぞれ設け

られ、前記制御信号によりそれぞれ前段の増幅器の出力を、次段の増幅器または前記送信電力増幅部の出力側に近い位置に設けられた別のスイッチ素子に出力する複数のスイッチ素子とを有することを特徴とする。

【0033】本発明は、送信出力増幅部を構成する複数の増幅器の出力を、制御信号により制御されるスイッチ素子により切り替えることにより設定したい送信出力を得るようにしたものである。

【0034】したがって、各増幅器は整合が取られた最大出力で動作しているままで送信電力増幅部の出力の設定を行うことができるため、送信電力増幅部の送信出力を小さくした場合でも効率を高くすることができ、広い出力ダイナミックレンジを確保することができる。

【0035】また、本発明の移動体通信用送信機は、直列に接続された複数の増幅器から構成される送信電力増幅部を有する移動体通信用送信機において、基地局からの送信電波の信号強度により前記基地局との距離を判定し、使用する送信電波の周波数帯および前記送信電力増幅部において出力すべき送信電力を決定し、使用する送信電波の周波数帯の指示および前記送信電力増幅部の送信電力が決定した送信電力となるような指示を出力する制御器と、前記制御器から出力された指示により、使用する送信周波数帯の選択および前記複数の増幅器のうち動作させる増幅器を選択するための1または複数の制御信号を出力する電圧制御回路と、前記各増幅器が整合を取られている周波数帯とは異なる周波数帯において整合が取られている整合回路と、前記各増幅器どうしの間にそれぞれ設けられ、前記制御信号によりそれぞれ前段の増幅器の出力を、次段の増幅器または前記送信電力増幅部の出力側に近い位置に設けられた別のスイッチ素子または前記整合回路に出力する複数のスイッチ素子とを有することを特徴とする。

【0036】本発明は、使用する送信周波数帯が各増幅器が整合を取られている周波数帯と異なる場合は、送信電力増幅部の出力を別に設けた整合回路を介して出力するようにしたものである。

【0037】したがって、1つの送信電力増幅部により異なる周波数帯の送信電波を増幅することができるため、送信電力増幅部の実装面積やコストを削減することができる。

【0038】また、本発明の移動体通信用送信機の制御方法は、直列に接続された複数の増幅器から構成される送信電力増幅部を有する移動体通信用送信機の制御方法において、基地局からの送信電波の信号強度により前記基地局との距離を判定し、前記送信電力増幅部において出力すべき送信電力を決定し、前記送信電力増幅部の送信電力が決定した送信電力となるように、前記複数の増幅器のうち動作させる増幅器を選択し、ある増幅器を選択した場合は、当該増幅器の出力を、当該増幅器と次段の増幅器との間に設けられたスイッチ素子を介して次段

の増幅器に出力し、当該増幅器を選択しない場合は当該増幅器の出力を前記スイッチ素子よりも前記送信電力出力部の出力側に近い位置に設けられた別のスイッチ素子に出力することを特徴とする。

【0039】本発明は、送信出力増幅部を構成する複数の増幅器の出力を、制御信号により制御されるスイッチ素子により切り替えることにより設定したい送信出力を得るようにしたものである。

【0040】したがって、各増幅器は整合が取られた最大出力で動作しているままで送信電力増幅部の出力の設定を行うことができるため、送信電力増幅部の送信出力を小さくした場合でも効率を高くすることができ、広い出力ダイナミックレンジを確保することができる。

【0041】また、本発明の移動体通信用送信機の制御方法は、直列に接続された複数の増幅器から構成される送信電力増幅部を有する移動体通信用送信機の制御方法において、基地局からの送信電波の信号強度により前記基地局との距離を判定し、使用する送信電波の周波数帯および前記送信電力増幅部において出力すべき送信電力を決定し、前記送信電力増幅部の送信電力が決定した送信電力となるように、前記複数の増幅器のうち動作させる増幅器を選択し、ある増幅器を選択した場合は、当該増幅器の出力を、当該増幅器と次段の増幅器との間に設けられたスイッチ素子を介して次段の増幅器に出力し、当該増幅器を選択しない場合は当該増幅器の出力を前記スイッチ素子よりも前記送信電力出力部の出力側に近い位置に設けられた別のスイッチ素子に出力し、使用する送信電波の周波数帯が、前記各増幅器が整合を取られている周波数帯とは異なる周波数帯である場合、出力すべき送信電力の出力を前記スイッチ素子を介して、前記各増幅器が整合を取られている周波数帯とは異なる周波数帯において整合が取られている整合回路に出力することを特徴とする。

【0042】本発明は、使用する送信周波数帯が各増幅器が整合を取られている周波数帯と異なる場合は、送信電力増幅部の出力を別に設けた整合回路を介して出力するようにしたものである。

【0043】したがって、1つの送信電力増幅部により異なる周波数帯の送信電波を増幅することができるため、送信電力増幅部の実装面積やコストを削減することができる。

【0044】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0045】（第1の実施形態）図1は、本発明の第1の実施形態の携帯電話機の送信電力増幅部の概略ブロック図である。図6中と同符号のものは同じ構成要素を示す。

【0046】本実施形態の携帯電話機は、図6の従来の携帯電話機に対して、電源14と増幅器2との間にバイ

アス制御回路 1 2 を設け、電源 1 4 と増幅器 3 との間にバイアス制御回路 1 3 を設け、増幅器 1 と増幅器 2 との間にスイッチ素子 4 を設け、増幅器 2 と増幅器 3 との間にスイッチ素子 5 を設け、増幅器 3 と方向性結合器 7 との間にスイッチ素子 6 を設け、電圧制御回路 7 5 を電圧制御回路 1 5 に置き換え、制御器 7 0 を制御器 1 0 に置き換えたものである。

【0047】制御器 1 0 は、RSSI 出力 3 2 に対応した送信出力レベルを設定するための電圧制御情報を ROM 1 1 から読み出し、読み出された電圧制御情報を用いて設定すべき送信出力の基準となる電圧を生成し制御電圧として比較器 9 に出力する。また、制御器 1 0 は、制御信号 2 3 により電圧制御回路 1 5 を制御し電源 1 4 のオン/オフの制御を行うとともに ROM 1 1 から得られた電圧制御情報により送信電力増幅部を最大出力に設定する場合は制御信号 2 1、2 2 を共にハイレベル（以下 H とする。）とし、最小出力に設定する場合は制御信号 2 1 をロウレベル（以下 L とする。）、制御信号 2 2 を H とし、最大出力と最小出力の間の出力に設定する場合は制御信号 2 1 を H、制御信号 2 2 を L とする。

【0048】電圧制御回路 1 5 は、図 2 に示されるように、制御信号 2 1 をスイッチ素子 4 とバイアス制御回路 1 2 へ出力し、制御信号 2 2 をスイッチ素子 5 へ出力し、制御信号 2 1 と制御信号 2 2 の論理積演算を AND 回路 2 0 により行い、その演算結果を制御信号 2 8 としてスイッチ素子 6 とバイアス回路 1 3 へ出力する。

【0049】ここで、制御信号 2 1、2 2、2 8 は L または H の 2 値をとり、例えば H が +3 V、L が 0 V の直流電圧を用いる。また、スイッチ素子 4、5、6 およびバイアス制御回路 1 2、1 3 が FET により構成されている場合、流れる電流は数 μ A 程度である。

【0050】スイッチ素子 4 は、制御信号 2 1 が L の場合、増幅器 1 からの出力をスイッチ素子 5 に接続し、制御信号 2 1 が H の場合、増幅器 1 からの出力を増幅器 2 へ出力する。

【0051】スイッチ素子 5 は、制御信号 2 2 が L の場合、増幅器 2 からの出力をスイッチ素子 6 に接続し、制御信号 2 2 が H の場合、増幅器 2 からの出力を増幅器 3 へ出力するとともにスイッチ素子 4 からの出力をスイッチ素子 6 へ出力する。

【0052】スイッチ素子 6 は、制御信号 2 8 が L の場合、スイッチ素子 5 からの出力を方向性結合器 7 へ出力し、制御信号 2 8 が H の場合、増幅器 3 の出力を方向性結合器 7 へ出力する。

【0053】ここで、スイッチ素子 4、6 は、SPDT (Single Pole Dual Throw) タイプの FET を基本素子として用いたスイッチで構成されている。これらのスイッチ素子 4、5、6 は、オフ時のリターンロスが少なくなるように、終端型のスイッチを用いることが望ましい。

【0054】バイアス制御回路 1 2 は、制御信号 2 1 が L の場合、電源 1 4 から供給された電圧を遮断し、制御信号 2 1 が H の場合、電源 1 4 から供給された電圧を増幅器 2 に供給する。

【0055】バイアス制御回路 1 3 は、制御信号 2 8 が L の場合、電源 1 4 から供給された電圧を遮断し、制御信号 2 8 が H の場合、電源 1 4 から供給された電圧を増幅器 3 に供給する。

【0056】ここで、制御信号 2 1、2 2 の論理と、スイッチ素子 4、5、6 およびバイアス制御回路 1 2、1 3 へ出力される信号の論理を図 3 に示す。

【0057】また、増幅器 1、増幅器 2、増幅器 3 は素子サイズの異なる増幅器で、効率が高くなるように設定されている出力レベルの低い順に、増幅器 1、増幅器 2、増幅器 3 となっている。

【0058】また、スイッチ素子 4、5、6 と増幅器 1、2、3 の切り替え制御は、広いダイナミックレンジで高効率な特性が得られるように、切り替える出力電力レベルを予め設定しておき、その情報は、ROM 1 1 に記憶しておく。そして、動作する増幅器 1 ~ 3 の段数が変わらない範囲での APC (出力電力レベル制御) は、従来の携帯電話機と同様に、AGC 電圧制御回路 1 6 から AGC 増幅器 2 4 のゲインを変えて行う。切り替え制御と APC では、切り替え制御を優先し、その切り替え制御をおこなった後に APC 機能が働くように設定しておく。

【0059】次に、本実施形態の動作について図 1、2、3、4 を用いて説明する。

【0060】まず、携帯電話機の送信信号は、ベースバンド部で変調された後、送信周波数に変換され、入力部 2 9 から AGC 増幅器 2 4 に入力される。

【0061】そして、携帯電話機と基地局との距離が遠い場合、RSSI 出力 3 2 に対応して ROM 1 1 から読み出された制御情報は、送信電力増幅部を最大出力に設定するような情報となっている。そのため、制御器 1 0 からは送信電力増幅部を最大出力にするような制御電圧が比較器 9 に出力される。さらに、制御器 1 0 は、送信電力増幅部を最大出力とするために、制御信号 2 1、2 2、2 3 を共に H とする。これにより、電圧制御回路 1 5 から出力される制御信号 2 8 も H となる。

【0062】そして、制御信号 2 3 が H のため電源 1 4 はオンすることにより、増幅器 1、AGC 増幅器 2 4、AGC 電圧制御回路 1 6、バイアス制御回路 1 2、1 3 に電圧が供給される。そして、制御信号 2 1 が H のためバイアス制御回路 1 2 は電源 1 4 から供給された電圧を増幅器 2 に供給し、制御信号 2 8 が H のためバイアス制御回路 1 3 は電源 1 4 から供給された電圧を増幅器 3 に供給する。

【0063】また、制御信号 2 1 が H のためスイッチ素子 4 は増幅器 1 の出力を増幅器 2 に出力し、制御信号 2

2 が H のためスイッチ素子 5 は増幅器 2 の出力を増幅器 3 に出力し、制御信号 28 が H のためスイッチ素子 6 は増幅器 3 の出力を方向性結合器 7 に出力する。これにより、AGC 増幅器 24 に入力された送信信号は、増幅器 1 → スwitch素子 4 → 増幅器 2 → スwitch素子 5 → 増幅器 3 → スwitch素子 6 → 方向性結合器 7 の経路を通して出力される。

【0064】方向性結合器 7 では、送信出力レベルの 100 分の 1 程度の信号が検波器 8 に送られる。そして、方向性結合器 7 からの出力は、検波器 8 において直流電圧である検波電圧に変換された後、比較器 9 に送られる。比較器 9 では、制御器 10 から送られた制御電圧と、検波器 8 から送られた検波電圧とが比較され、その差が小さくなるような補正情報 33 が AGC 電圧制御回路 16 に送られる。AGC 電圧制御回路 16 では、AGC 電圧 34 を変化させることにより AGC 増幅器 24 のゲインを調整し、増幅器 1 への出力電力レベルを、補正情報 33 により指示されたレベルになるように可変する。このようにして、制御器 10 は、スイッチ素子 6 の出力端子での出力電力レベルを所望の値に設定する。

【0065】この時の送信電力増幅部の出力電力と効率の関係を図 4 の ㉔ に示す。ここで、携帯電話機の最大出力を +31 dBm と仮定した場合、送信電力増幅部の効率はおおよそ 60 % となっている。

【0066】ここで、携帯電話機が移動することにより基地局に近づいた場合、RSSI 出力 32 が変化することにより AGC 増幅器 24 のゲインが低くなるように調整され、送信電力増幅部の出力レベルは下げられていく。このとき送信電力増幅部の効率は、最大出力レベル時の効率から下がっていく。例えば、出力電力が +31 dBm の場合 60 % だった効率は、出力電力が +20 dBm になったことにより 20 % 程度に低下する。

【0067】しかし、ここで RSSI 出力 32 により携帯電話機が基地局に近づいたことを検出した制御器 10 は、制御信号 22 を H から L とする。そして、制御信号 22 が L となったことにより電圧制御回路 15 は、制御信号 28 を L とする。そのため、スイッチ素子 5 は増幅器 2 の出力を増幅器 3 を通さずにスイッチ素子 6 に出力し、バイアス制御回路 13 は増幅器 3 への電圧の供給を遮断する。これにより、AGC 増幅器 24 に入力された送信信号は、増幅器 1 → スwitch素子 4 → 増幅器 2 → スwitch素子 5 → スwitch素子 6 → 方向性結合器 7 の経路を通して出力される。つまり、増幅器 1 と増幅器 2 は動作し、増幅器 3 はオフしている状態となる。

【0068】この時の送信電力増幅部の出力電力と効率の関係を図 4 の ㉕ に示す。このグラフより出力電力は +23 ~ 24 dBm の場合でも、送信電力増幅部の効率は 60 % 前後となっていることがわかる。

【0069】ここで、携帯電話機が移動することにより基地局との距離がさらに小さくなると、AGC 増幅器 2

4 のゲインが調整されることにより送信電力増幅部の出力電力が下げられていき、送信電力増幅部の効率は低下する。例えば、スイッチ素子 6 の出力端子での出力電力が +12 dBm 程度になると、効率は 20 % に低下する。

【0070】しかし、ここで RSSI 出力 32 により携帯電話機が基地局に近づいたことを検出した制御器 10 は、制御信号 21 を H から L に、制御信号 22 を L から H とする。そして、制御信号 21 が L となったことにより電圧制御回路 15 は、制御信号 28 を L のままとする。そのため、スイッチ素子 4 は増幅器 1 の出力を増幅器 2 を通さずにスイッチ素子 5 に出力し、バイアス制御回路 12 は増幅器 2 への電圧を遮断する。これにより、AGC 増幅器 24 に入力された送信信号は、増幅器 1 → スwitch素子 4 → スwitch素子 5 → スwitch素子 6 → 方向性結合器 7 の経路を通して出力される。つまり、増幅器 1 のみが動作し、増幅器 2、3 はオフし、増幅器 1 の出力がそのまま携帯電話機の送信電力増幅部の出力電力となる。

【0071】この時の送信電力増幅部の出力電力と効率の関係を図 4 の ㉖ に示す。このグラフにより出力電力は +12 ~ 13 dBm 程度の場合でも、送信電力増幅部の効率は 60 % 弱となることがわかる。

【0072】以上で説明したように、本実施形態では、出力電力が +12 ~ 31 dBm の広い範囲において送信電力増幅部の効率をおおよそ 60 % にすることができる。つまり、広い出力ダイナミックレンジにおいて、の送信電力増幅部の効率を高くを保っている。

【0073】また、増幅器 1 ~ 3 に用いる素子が、バイアスのかけ方等に特別の配慮を必要とする場合、例えば FET においてバイアスをゲートバイアス電圧、ドレインバイアス電圧の順番で印加しなければならないような場合は、一般的なシーケンシャルな制御を適用する。

【0074】また、本実施形態の携帯電話機は、携帯電話システムの他の機器を変更することなくそのまま適用することが可能である。

【0075】また、本実施形態では、送信電力の調整を増幅器 1、2、3 の切り替えにより行うため、AGC 増幅器 24 の利得可変幅の要求スペックを 20 dB 以上低減することができる。

【0076】さらに増幅器 1 ~ 3 は、それぞれの最大出力時に最大効率が得られるような整合が取られているが、隣接チャネル漏洩電力がある規定値以下に要求されるシステムに適用する場合は、当然、所望の歪み特性を満たした条件内で最大効率が得られるように整合回路を設定することは増幅器の設計の常識の範疇である。

【0077】特に、最近注目されている CDMA 方式の携帯電話システムでは、送信電力レベルの使用頻度は 0 ~ +10 dBm 程度に集中するというデータが公開されている。また、今日の携帯電話機では、+31 dBm 以

上の最大出力が要求されている。そのため、最大出力レベルでの効率を最大にするとともに、出力レベルが0～+10 dBmの場合の効率の改善も要求されている。そのため、本実施形態の携帯電話機はこれらの要求を実現するための極めて有効な手段であるため、CDMA方式の携帯電話システムに使用するのに適している。

【0078】（第2の実施形態）次に、本発明の第2の実施形態について図5を用いて説明する。

【0079】図5は、本発明の第2の実施形態であるデュアルバンド（デュアルシステム）対応携帯電話機の送信段の概略ブロック図である。図1中と同符号は同じ構成要素を示す。

【0080】本実施形態は、図1の上記第1の実施形態に対して、増幅器2に接続されているスイッチ素子5をSPDTタイプのスイッチ素子25に置き換え、スイッチ素子4とスイッチ素子6を接続し、整合回路26と方向性結合器27を設けたものである。

【0081】スイッチ素子25は、制御信号22がLの場合、増幅器2からの出力を整合回路26に出力し、制御信号22がHの場合、増幅器2からの出力を増幅器3へ出力する。

【0082】整合回路26は、スイッチ素子25からの出力を設定されたインピーダンスに整合を取り方向性結合器27に出力する。そして、最も効率が高くなる周波数帯は任意に設定することができる。

【0083】また、整合回路26の出力側には、方向性結合器7と同様な構成の方向性結合器27が設けられ、整合回路26を介して出力された出力電力レベルの100分の1程度のレベルの送信出力が検波器8に送られる。

【0084】本実施形態を、例えば国内のデジタル携帯電話システムであるPDC（Personal Digital Cellular）と国内のデジタルコードレスシステムであるPHS（Personal Handy-phone System）の両方に対応した携帯電話機の送信電力増幅部に適用する。PDCにおいて900MHz帯を使用する場合、携帯電話機の送信周波数は $f=925\text{MHz}\sim 960\text{MHz}$ が、1.5GHz帯を使用する場合、 $f=1429\text{MHz}\sim 1453\text{MHz}$ が使用される。一方、PHSは送受信共に送信周波数は $f=1895\sim 1918\text{MHz}$ が使用されており、それぞれ異なった周波数で最適な整合を取った増幅器が必要となる。また、PDCに必要な最大出力レベルは、+30.5dBm程度であり、PHSでは+21dBm程度である。

【0085】そのため、図5の増幅器1、増幅器2を動作周波数が900MHzから1.9GHz帯まで動作可能な広帯域増幅器として設計し、それぞれの入力整合回路17、出力整合回路19を925M～1920MHzまで所望の特性が取れるように設定する。なお、増幅器

1～3は、第1の実施形態と同様に、図7に示した構成とする。増幅器3は、925～960MHzあるいは1429～1453MHzの狭帯域において、最大出力時に最大効率を得られるように整合を取る。ここでの最大効率とは、所望の隣接チャネル漏洩電力を満たす範囲内の効率であると言うまでもない。

【0086】一方、整合回路26は、この場合、PHSの動作周波数である1895～1918MHzに整合を取る。スイッチ素子4、スイッチ素子25は、 $f=900\text{M}$ 帯から2GHz帯程度まで、挿入損失が小さく、アイソレーションがとれているSPDTタイプのスイッチ素子を適用する。スイッチ素子6は、増幅器3と同レベルの動作周波数帯域が確保されていれば良い。

【0087】次に、本実施形態の動作について図5を用いて説明する。

【0088】先ず、携帯電話機と基地局がある程度離れている場合について説明する。基地局からの電波を受信し、そこがPDCシステムのサービスエリア内であれば、制御器10は、RSSI出力32からの情報により基地局との距離を判断し、PDCに対応した制御情報をROM11から読み出し、制御信号21、22をHとする。そして、制御信号21がHのためスイッチ素子4は増幅器1からの出力を増幅器2へ出力し、制御信号22がHのため、スイッチ素子25は、増幅器2の出力を増幅器3へ出力する。また、制御信号21、22が共にHのため、電圧制御回路15から出力される制御信号28はHとなり、スイッチ素子6は増幅器3からの出力を方向性結合器7に出力する。これにより、AGC増幅器24に入力された送信信号は、増幅器1→スイッチ素子4→増幅器2→スイッチ素子25→増幅器3→スイッチ素子6→方向性結合器7の経路を通して出力される。なお、APCのかけ方は、上記第1の実施形態と同様の方法である。

【0089】そして、携帯電話機が移動し、PDC基地局との距離が近くなると、制御器10は、RSSI出力32によりその情報を得て出力電力レベルを+12～+13dBmの低いレベルに設定するために、制御信号21、22を共にLとする。そのため、制御信号28もLとなり、スイッチ素子4とスイッチ素子6は接続され、増幅器2と増幅器3はオフとなる。このことにより上記第1の実施形態と同様に、低出力時の効率を改善することができる。

【0090】次に、携帯電話機が移動することによりPHSのサービスエリアに入った場合の動作について説明する。この場合、RSSI出力32からの情報によって、制御器10は、PHSに対応した制御情報をROM11から読み出し、制御信号21をHとし制御信号22をLとする。そのため、スイッチ素子4は増幅器1からの出力を増幅器2へ出力し、スイッチ素子25は増幅器2からの出力を整合回路26へ出力する。また、制御信

号28はLとなるため、増幅器3はオフとなり、スイッチ素子6はスイッチ素子4と接続される。

【0091】増幅器2は整合回路26により、さらに1895~1918MHzの狭帯域でPHSに最適な整合が取られ、方向性結合器27へ出力される。方向性結合器27は、出力レベルの100分の1程度のレベルを検波器8へ出力した後、残りの送信電力を出力部31へ出力する。このことにより、本実施形態の携帯電話機はPHSの端末として動作する。

【0092】このようにして、本実施形態は、1つの送信電力増幅部によりPDCとPHSという周波数の異なる2つのシステムに対応した携帯電話機を構成することができ、従来、PDCとPHS用の送信電力増幅部を別々に構成していたものに比べて、実装面積、製造コストの面で大きなメリットが得られる。またPDCモードでは、上記第1の実施形態と同様に低出力時の効率を高くすることができる。

【0093】本実施形態では、PDCとPHSのデュアルバンド対応に適用したが、増幅器の素子サイズに最適なものを選択すれば、欧州の900MHz帯を用いたGSM(Global System for Mobile)とPCN(Personal Communication Network)とのデュアルバンド対応やGSMとPHSのデュアルバンド対応にも適用することができる。

【0094】なお、上記第1および第2の実施形態では、増幅器の段数を3段構成として説明したが、これに限定されるものでなく、3段以上の構成または2段構成の送信電力増幅部に対しても適用することができる。

【0095】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の半導体装置は、下記のような効果を有する。

(1) 最大送信出力を確保したまま、低出力時における送信電力増幅部の効率を高くすることができるため、広い出力ダイナミックレンジにおいて送信電力増幅部の効率を高くすることができ、携帯電話機の連続通話時間を従来より延長することができる。

(2) 請求項2、4記載の発明は、上記(1)の効果に加えて、1つの送信電力増幅部により異なる周波数帯の送信電波の送信を行うことができるため、携帯電話機の実装面積およびコストを大幅に削減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の携帯電話機の送信電力増幅部の概略ブロック図

【図2】図1の電圧制御回路15の回路図である。

【図3】電圧制御回路15の内部論理回路と制御信号21、22の論理表である。

【図4】図1の携帯電話機の出力電力と効率の関係を示すグラフである。

【図5】本発明の第2の実施形態の携帯電話機の送信電力増幅部の概略ブロック図である。

【図6】従来の携帯電話機の送信電力増幅部の概略ブロック図である。

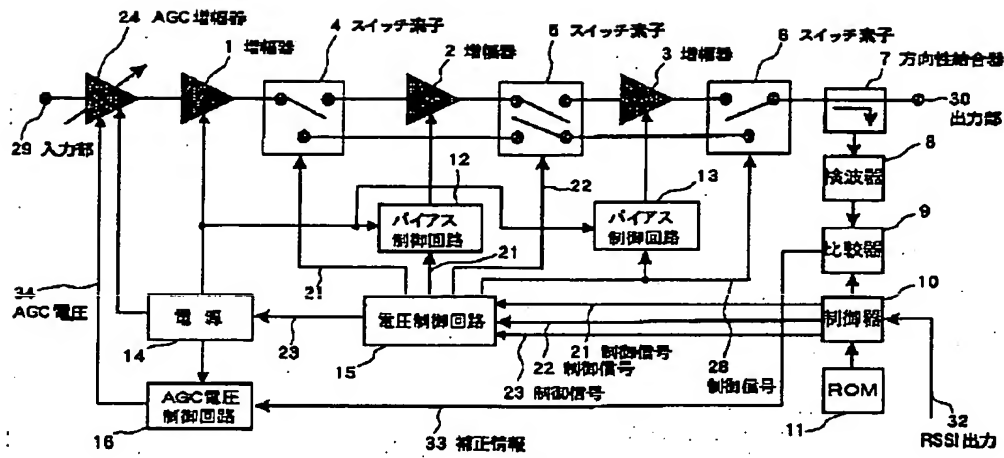
【図7】図6の携帯電話機の増幅器1の構成を示したブロック図である。

【図8】図6の携帯電話機の出力電力と効率の関係を示すグラフである。

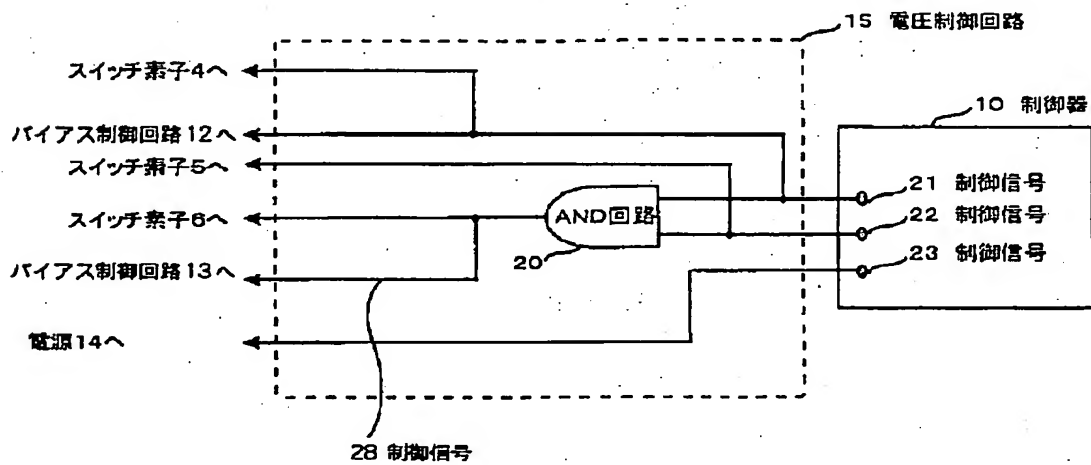
【符号の説明】

1	増幅器
2	増幅器
3	増幅器
4	スイッチ素子
5	スイッチ素子
6	スイッチ素子
7	方向性結合器
8	検波器
9	比較器
10	制御器
11	ROM
12	バイアス制御回路
13	バイアス制御回路
14	電源
15	電圧制御回路
16	AGC電圧制御回路
17	入力整合回路
18	増幅部
19	出力整合回路
20	AND回路
21	制御信号
22	制御信号
23	制御信号
24	AGC増幅器
25	スイッチ素子
26	整合回路
27	方向性結合器
28	制御信号
29	入力部
30	出力部
31	出力部
32	RSSI出力
33	補正情報
34	AGC電圧
70	制御器
75	電圧制御回路

【図 1】



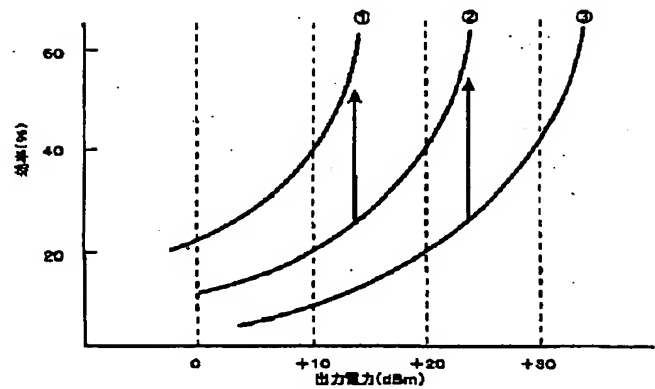
【図 2】



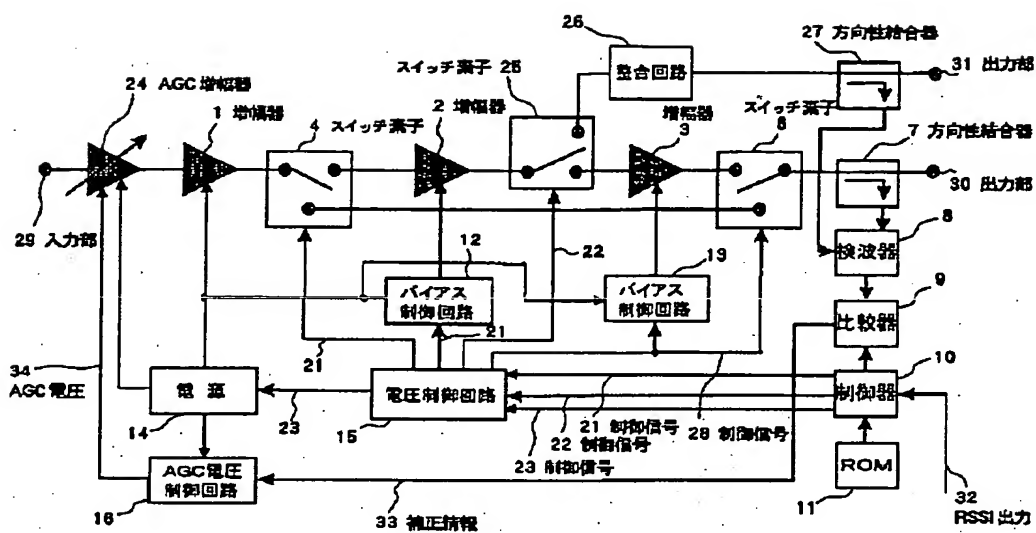
【図 3】

制御信号 21	制御信号 22	スイッチ素子 4	バイアス制御回路 12	スイッチ素子 5	バイアス制御回路 13	スイッチ素子 6
H	H	H	H	H	H	H
H	L	H	H	L	L	L
L	H	L	L	H	L	L
L	L	L	L	L	L	L

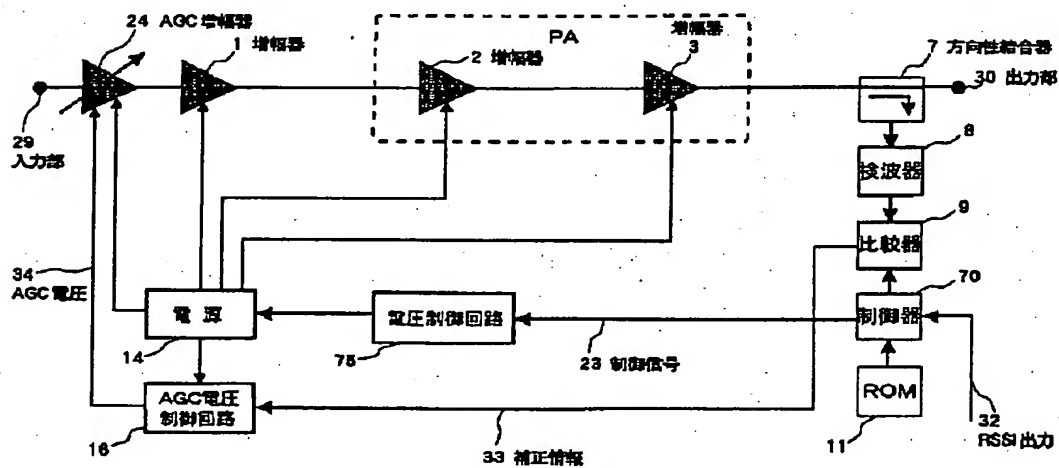
【図 4】



【图 6】



【图 6】



【图 8】

